

рис.3. Кристаллы карбоната кальция ватерит и кальцит.

Полученные изображения иллюстрируют возможность использования микрофлюидного устройства для получения, визуализации и анализа роста кристаллов карбоната кальция. Однако многочисленные эксперименты показывают плохую повторяемость для размера и количества кальцитов и ватеритов. Образование и скорость роста кристаллов сильно зависят от чистоты проводимого эксперимента [4]. Поэтому было принято решение создать математическую модель, позволяющую провести численные эксперименты с варьированием всеми переменными, определяющими процесс, и получить максимальную воспроизводимость результатов. Разработана нестационарная двухмерная конвективно-диффузионная модель, которая решается численно методом контрольного объема [5]. Компьютерная программа написана на языке Object Pascal в среде разработки Lazarus.

Список публикаций:

- [1] Канзафаров Ф.Я. и др. Влияние солеотложения на процесс коррозии эксплуатационных колонн добывающих скважин //Вестник ЦКР Роснедра. – 2013. – №. 1.
- [2] Исаева Г.Ю. Разработка методики и модели компьютерного прогнозирования процесса солеотложения в нефтяных пластах при заводнении //Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.15.06. – Москва, 2000. – 163 с.
- [3] Карпей Т.В. Исследование кристаллообразования карбоната кальция в водном растворе//Материалы конференции Двадцать третья Всероссийская научная конференция студентов-физиков и молодых ученых. – Екатеринбург, 2017.– 166 с.
- [4] Yashina A., Meldrum F., deMello A. Calcium carbonate polymorph control using droplet-based microfluidics //Biomicrofluidics. – 2012. – Т. 6. – №. 2. – С. 022001.
- [5] Патанкар С.В. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. – 1984. – 152 с.

Экспериментальное исследование влияния электромагнитной обработки нефти на величину отложений парафина и АСПО на внутренних стенках нефтепроводов

Мухарямова Гульшат Ильдаровна

Башкирский государственный университет

Ковалева Лиана Ароновна

gulshat-karimova-1993@mail.ru

Две трети запасов нефти в России являются трудно извлекаемыми с осложненной реологией, высокой плотностью, высоким содержанием парафинов и асфальтенов. При транспортировке и хранении таких нефтей, одной из ключевых проблем, вызывающих осложнения в работе технологического оборудования, являются асфальтосмолистые и парафиновые отложения (АСПО) [1,2].

Накопление АСПО в нефтепроводах и оборудовании насосных станций приводит к резкому падению производительности трубопроводной системы – увеличению величины необходимого для транспортировки нефти давления и уменьшению производительности перекачки. На сегодняшний день в промышленности применяется множество методов борьбы с АСПО (Рис 1). Принципиально эти методы делятся на превентивные (предотвращение отложений) и непосредственную борьбу с уже выпавшими отложениями [3,4].

Известно, что борьба с АСПО весьма затратный и трудоемкий процесс, поэтому экономичнее не допускать, либо минимизировать количество отложений в трубопроводных системах путем применения превентивных методов. Данная работа посвящена исследованию физического превентивного метода борьбы с АСПО – электромагнитной обработке.

В рамках экспериментальных исследований была произведена электромагнитная обработка полями высокой (13,56 МГц) и сверхвысокой частоты (2,4 ГГц) нескольких сортов нефти, с последующим моделированием процесса перекачки этих нефтей по нефтепроводам.

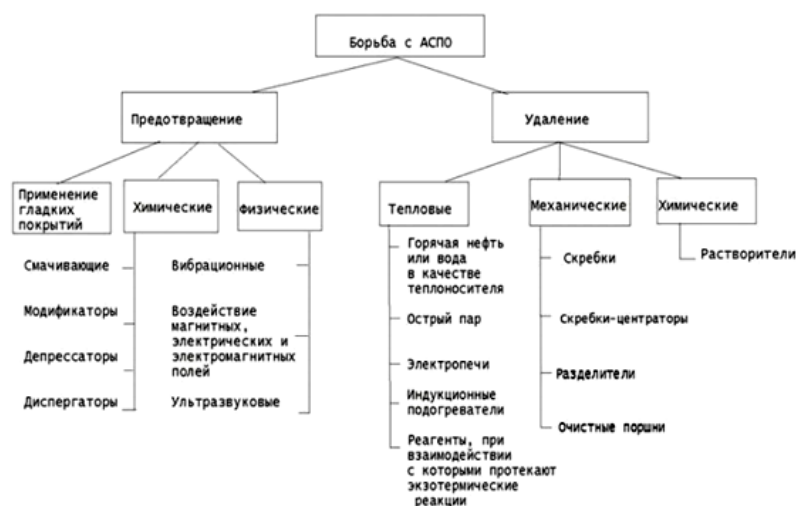


рис.1. Методы борьбы с асфальтосмолистыми и парафиновыми отложениями

Обработанная и необработанная нефти прокачивались с помощью шприцевого насоса по трубочкам с заранее замеренными значениями массы, и диаметрами 0,050 и 0,025 дюймов с различными скоростями, при одной и той же температуре, после этого трубочки освобождались от нефти и снова подвергались взвешиванию. Результаты исследований для Сибирской (с повышенным содержанием асфальтенов и смол) и Девонской (с повышенным содержанием парафина) нефтей представлены на рисунках (рис. 2,3).

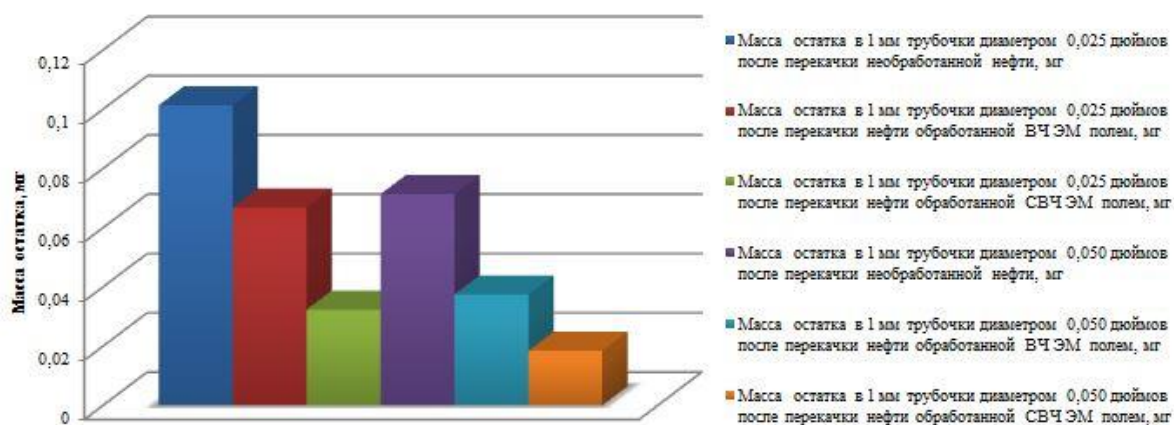


рис.2. Результаты исследований влияния электромагнитной обработки на величину АСПО на внутренних стенках нефтепровода, по которому осуществляется транспортировка Девонской нефти

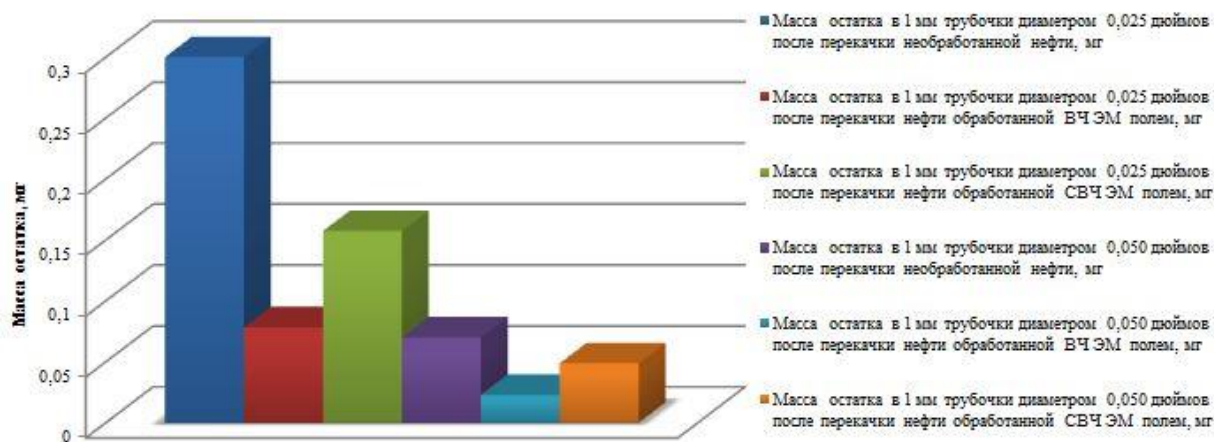


рис.3. Результаты исследований влияния электромагнитной обработки на величину АСПО на внутренних стенках нефтепровода, по которому осуществляется транспортировка Сибирской нефти

Как видно из рисунков высокочастотная и сверхвысокочастотная электромагнитные методы обработки способствуют уменьшению количества отложений АСПО на внутренней стенке нефтепровода. Кроме того эффективность того или иного метода обработки зависит от состава (сорта) нефти. Для парафинистых нефтей наиболее эффективна ВЧ ЭМ обработка, а для нефти с повышенным содержанием асфальтенов и смол – СВЧ ЭМ. Таким образом, электромагнитная обработка способна стать достаточно эффективным превентивным способом борьбы с отложениями АСПО на внутренних стенках нефтепроводов.

Список публикаций:

- [1] Шмелев П.И. // ТРИЗ как объективная реальность. Особенности классификации и разработки трудноизвлекаемых запасов// Журнал «Сибирская нефть» Изд-во ПАО «Газпром-Нефть». 2018. № 149. С.16.// Электронная версия журнала <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2018-march/1489610/>
- [2] Абдель-Гани, А. Ш. Отложение парафина на стенках нефтепроводов при понижении их производительности / А. Ш. Абдель-Гани // Трубопроводный транспорт нефти и газа. – М., 1963. – Вып. 46. – С. 156–164.
- [3] Абрамзон, Л. С. О запарафинивании нефтепроводов / Л. С. Абрамзон, В. А. Яковлев // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. – М., 1964. – Вып. 3. – С. 63–70.

Математическое моделирование процесса гравитационного осаждения суспензии

Мухутдинова Айгуль Айратовна
Бакирский государственный университет
 Киреев Виктор Николаевич, к.ф.-м.н.
muhutdinova18@gmail.com

Процесс образования отложений на стенках труб при течении растворов встречается в повседневной жизни, например, в трубах горячего водоснабжения, в медицине это отложение холестериновых бляшек в сосудах. В химии процесс осаждения применяется для очистки реактивов, заключающийся в переводе примеси (или основного вещества) в осадок [1]. В нефтедобывающей промышленности отложения образуются на стенках насосов, клапанов, а также на внутренней поверхности скважинного оборудования [2].

Осаждение - это процесс разделения неоднородных систем, при котором взвешенные в жидкости или газе твердые или жидкие частицы отделяются от сплошной фазы под действием силы тяжести, сил инерции (в том числе центробежных) или электростатических сил (рис.1.).

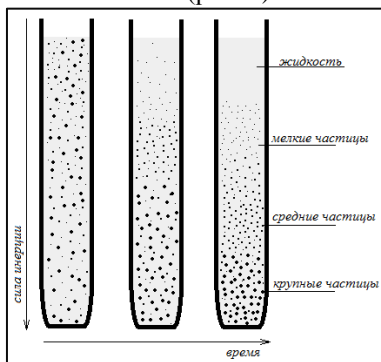


рис.1. Процесс осаждения частиц в жидкости

Целью данной работы является определение закономерностей процесса гравитационного осаждения суспензии с помощью численного моделирования.

Была построена математическая модель седиментации монодисперсных суспензий [3]. Динамика концентрации дисперсных частиц $c(x, t)$ описывается одномерным уравнением конвекции-диффузии:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(u(c) \cdot c) = \frac{\partial}{\partial x} \left(D(c) \frac{\partial c}{\partial x} \right), \quad 0 < x < x_{\max}, \quad t > 0, \quad (1)$$

где $u(c)$ - скорость оседания дисперсных частиц, $D(c)$ - коэффициент диффузии.

В качестве граничных условий используется условия третьего рода, которые говорят об отсутствии конвективного и диффузионного потоков через границу: